Aus den seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel)

Über die Beeinflussung des Stoffwechsels durch zusätzliche Gabe von annähernd reinem Hefeeiweiß bei einer genau definierten Diät beim Menschen

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Juan Oballe

aus Perù

Tag der Promotion: 1. September 1941

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

M 222

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin
Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

Meiner lieben Mutter

Teresa Carlin de Oballe

und

Frau Dr. Edith de Faupel

gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153504_0175

Bekanntlich war es bislang bei einer rein vegetabilischen Ernährung unmöglich, den Menschen mit denjenigen Eiweißmengen zu ernähren, die eine optimale Eiweißversorgung des Körpers verlangt. Denn im Gegensatz zu den animalischen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln besitzt die eiweißhaltige Pflanzennahrung soviel Begleitstoffe, besonders Stärke, Cellulose und dergleichen, daß die Kapazität der menschlichen Verdauungsorgane zu klein ist, um diejenige Menge pflanzlicher Nahrungsmittel bewältigen zu können, die dem Körper das erforderliche hohe Eiweißquantum zu liefern vermöchte. Dazu kommt, daß die digestive Ausnutzung des Eiweißes in der Pflanzennahrung geringer ist, als diejenige in der animalischen Kost.

So versteht man, daß die rein vegetarische Ernährung durchgängig eine quantitative Eiweißunterernährung ist, indem die tägliche Eiweißzufuhr beim 70 kg schweren Menschen kaum über etwa 60 g auf die Dauer gesteigert werden kann. In der Regel beträgt sie viel weniger, um 40 bis 50 g, und sinkt bei vegetabilischer Rohkost gar auf noch niedrigere Werte.

Gewiß kann mit rein vegetabilischer Ernährung der Baustoffwechselbedarf an Eiweiß beim Erwachsenen gedeckt werden, aber für die Aufgaben, die das Nahrungseiweiß über die Deckung dieses Bedarfs hinaus zu erfüllen hat, ist die Versorgung des Körpers mit Eiweiß bei rein vegetabilischer Kost schwerlich in genügender Menge zu erreichen.

Aus allen diesen Gründen macht sich schon unter normalen Ernährungsverhältnissen eines Volkes das Bedürf-

nis geltend, wenn man schon einmal auf rein vegetabilische Ernährung aus irgendwelchen Gründen glaubt bestehen zu müssen, pflanzliches Eiweiß in annähernd reiner Form, jedenfalls möglichst befreit von den oben genannten Begleitstoffen, für die Ernährung des gesunden und kranken Menschen zur Verfügung zu haben.

Dieses Bedürfnis macht sich verstärkt geltend, wenn Ernährungsbedingungen vorliegen, bei denen Eiweiß überhaupt nur in beschränktem Maße zur Verfügung steht und bei denen Man mit den vorhandenen Eiweißmengen haushälterisch umgehen muß. Denn von einer Nahrung mit bestimmtem Eiweißgehalt wird die N-Bilanz des Körpers umso ungünstiger beeinflußt, je mehr das Eiweiß in Form pflanzlicher eiweißhaltiger Nahrungsmittel eingenommen wird. In diesem Fall findet ein größerer Stickstoffverschleiß statt, weil das Eiweiß in den genannten Vegetabilien nicht vollständig genug im Darm ausgenutzt wird, weil durch die Ballaststoffe die Sekretion N-haltiger Verdauungssäfte verstärkt wird und schon durch diese beiden Umstände der Kotstickstoff eine Vermehrung erfährt. Dazu kommt die Abnutzung am Protoplasma bei der Mehrarbeit der Verdauungsdrüsen bei einer derartig zusammengesetzten Nahrung. Diese gesteigerten Stickstoffverluste durch den Kot könnten vermieden und dadurch die Stickstoffversorgung des inneren Körpermilieus ökonomischer gestaltet werden, wenn Pflanzeneiweiß in einem der chémisch reinen Form angenäherten Zustande für die menschliche Ernährung zur Verfügung stünde.

Für Zwecke der Krankenernährung ist dieser Weg auch schon beschritten worden (Nährpraeparate u. dgl.). Für die Volksernährung aber war in dieser Hinsicht noch nichts geschehen. Da die eiweißhaltigen vegetabilischen Nahrungsmittel in der Regel neben dem Eiweiß, ja sogar neben ihrem Reichtum an Kohlehydraten und zum Teil auch an

Fett noch Wirkstoffe in großem Umfange besitzen, auf die man bei der menschlichen Ernährung nicht verzichten kann, war es auch nicht zu empfehlen, von den von der Landwirtschaft gelieferten ernährenden Vegetabilien eine größere Menge zur Gewinnung reinen Eiweißes aufzuarbeiten und den komplexen Charakter dieser Pflanzennahrung zu stören. Bei der Gewinnung möglichst reiner vegetabilischer Eiweißstoffe für Ernährungszwecke war es daher geboten, auf Eiweißquellen zurückzugreifen, die bei der allgemeinen Volksernährung noch keine nennenswerte Verwendung gefunden haben. Damit konnte zugleich auch die Eiweißversorgung in toto gehoben werden, besonders erwünscht bei der Ernährungslage des blockierten Deutschen Reiches während des Krieges.

Als Eiweißquelle, die für den gedachten Zweck wohl verwendbar war, mußte die Hefe angesehen werden. Die Hefe ist eiweißreich, und es können Hefearten gezüchtet werden, wie z. B. die Holzzuckerhefe, ohne daß für diese Züchtung Nahrungsmittel verwendbar werden müssen, die bereits der menschlichen Ernährung zur Verfügung stehen. Gewiß kann die Hefe, als sogenannte „Trockenhefe" zum Verzehr gebracht werden. Es ist auch gelungen, diese Trockenhefe so weit zu entbittern, daß der unerwünschte Hefegeschmack annähernd verloren geht. Aber die Hefe und damit auch die Trockenhefe gehört nicht nur zu dem eiweißreichen, sondern auch zu den sehr ballaststoffreichen Vegetabilien; ihre digestive Ausnützbarkeit läßt zu wünschen übrig. Der Kotstickstoff geht bei ihrem Genuß nicht unerheblich in die Höhe und bei der üblichen Art der Volksernährung mit ihrem dauernden Wechsel in der qualitativen und quantitativen Beschaffenheit des Nahrungseiweißes, wirkt sich nur der Genuß größerer Mengen von Trockenhefe auf die Eiweißversorgung des inneren Körpermilieus aus (Bickel 2). Zweifellos war es daher wün-

schenswert, einen Versuch mit der Einführung der aus Hefe in annähernd reinem Zustand gewonnenen Eiweißsubstanz bei der Volksernährung zu machen.

Meine Aufgabe war es, im exakten Stoffwechselversuche die Wirkung einer zusätzlichen Gabe von derartig reinem Hefeeiweiß, das von der chemischen Fabrik C. F. Boeringer und Söhne, Mannheim, geliefert wurde, zu studieren Es handelt sich um ein schneeweißes, fast geschmackloses Pulver, das in einem Gramm 0,075 g Stickstoff enthält.

Der Versuch, den ich an mir selbst machte, setzte sich aus vier Perioden zusammen, von denen die erste 6 Tage, die zweite 6 Tage, die dritte 10 Tage und die vierte 4 Tage dauerte. Während des ganzen Versuchs wurde täglich die gleiche Nahrung („Grunddiät") verzehrt. Die tägliche Nahrungsration enthielt 13,272 g N und besaß 2377 Kalorien. Der Harn wurde in den 24 Stunden-Perioden quantitativ gesammelt und gemessen. Er war immer frei von Eiweiß und Zucker. Das Körpergewicht wurde täglich nach der morgendlichen Harnentleerung und vor dem Frühstück bestimmt und war während des ganzen Versuches mit sehr geringfügigen Schwankungen annähernd konstant. Zu Versuchsbeginn betrug es 58,6 kg und beim Versuchsende 58,5 kg. In dem Harn wurden täglich C nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka (5), Vakat O nach der Mikromethode von Müller-Kanitz (6), N nach der Halbmikromethode von Kjeldahl bestimmt.

Tabelle I.

Grunddiät.

		N in g	Kalorien ca.
80 g	Casein	8,664	320
300 g	Vollkornbrot	3,820	753
60 g	Kartoffelmehl	0,086	200
20 g	Marmelade	0,030	50
70 g	Butter + Margarine	0,672	521
130 g	Zucker		533
		13,272	2377
24,2 g	annähernd reines Hefeeiweiß	1,815	
		15,087	

1 g Casein = 0,1083 g N

1 g Hefeeiweiß = 0,075 g N

Kalorien- und Stickstoffberechnung erfolgte nach den Schall'schen Tabellen bis auf die Bestimmung des N-Gehaltes von Casein und Hefeeiweiß, die ad hoc analysiert wurden.

In der I., II. und III. Periode wurde an den letzten drei Tagen jeder Periode und in der IV. Periode an den letzten zwei Tagen der Kot quantitativ gesammelt und im Trockenkot der N-Gehalt ermittelt. In der I. und III. Periode wurde lediglich die genannte Diät („Grunddiät") verzehrt. In der II. und IV. Periode wurden täglich zusätzlich 24,2 g annähernd reines Hefeeiweiß mit einem N-Gehalt von 1,815 g N genossen. Die zusätzliche Gabe des Hefeeiweißes war auf das Körpergewicht ohne Einfluß. Der Trockenkot der in der hefefreien Periode I täglich 38 g und in der hefefreien Periode III 36 g betragen hatte,

steigerte sich in den Perioden II und IV bei der Zulage des Hefeeiweißpräparates jeweils auf den Wert von 43 g täglich. Die zusätzliche Gabe des Hefeeiweiß-Präparates hatte offensichtlich eine geringe Vermehrung des Trockenkotes nach sich gezogen. Der tägliche Kot-N-Gehalt betrug in der I. Periode 1,447 g N und in der dritten Periode 1,709 g N täglich und war in den Perioden mit Hefeeiweißzulage mit 1,911 g N in der Periode II und mit 2,00 g N in der Periode IV pro Tag nicht wesentlich, im Mittel um 0,37 g, erhöht. Das Hefeeiweiß muß also ziemlich vollständig resorbiert worden sein! Da das Hefeeiweißpräparat auswertlich seines N-Gehaltes nur 46,9 % Eiweiß (N · 6,25) enthielt, liegt die Vermutung nahe, daß die leichte Steigerung der Trockenkotmenge und die geringe Vermehrung des Trockenkot-N mit Ballaststoffen zusammenhängen, die in dem Hefeeiweißpräparate vorhanden sind.

Tabelle II. Erste Periode.

Datum	Körpergewicht in kg	Harnmenge in ccm	Harn-C in mg	Harn-Vakat-O in mg	Harn-N in mg	C:N	Vakat-O:N	Vakat-O:C
19. 5.	58,6	600	6566	10272	11357	0,58	0,90	1,56
20. 5.	58,0	700	6791	11722	10829	0,63	1,08	1,73
21. 5.	58,2	450	8281	14087	12411	0,67	1,14	1,70
22. 5.	58,4	650	8842	10642	11166	0,80	0,95	1,20
23. 5.	58,4	650	6751	10662	10024	0,67	1,05	1,58
24. 5.	58,4	650	9816	10513	11275	0,87	0,93	1,07
Periodenmittelwerte =			7841	11316	11177	0,70	1,01	1,04
Periodenmittelwerte an den Kotanalysentagen =			8469	10605	10821			

Trockenkotgewicht von 114,20 g mit 1,45 g N pro Tag. Vom 22. 5. bis 24. 5. inclusive.

Tabelle III. Zweite Periode.

Datum	Körpergewicht in kg	Harnmenge in ccm	Harn-C in mg	Harn-Vakat O in mg	Harn-N in mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
25. 5.	58,5	700	8379	9407	10959	0,95	1,06	1,12
26. 5.	58,5	550	8019	9269	9001	0,89	1,03	1,16
27. 5.	58,4	610	8923	10182	10888	0,82	0,97	1,18
28. 5.	58,4	550	9372	9783	9648	0,97	1,01	1,04
29. 5.	58,6	880	6880	7603	7491	0,92	1,02	1,11
30. 5.	58,7	750	12573	13081	12926	0,97	1,01	1,04
Periodenmittelwerte =			9024	9609	10152	0,99	0,95	1,00
Periodenmittelwerte an den Kotanalysentagen =			9608	10155	10021			

Trockenkotgewicht von 130 g mit 1,91 g N pro Tag. Vom 28. 5. bis 30. 5. inclusive.

Tabelle IV. Dritte Periode.

Datum	Körpergewicht in kg	Harnmenge in ccm	Harn-C in mg	Harn-Vakat-O in mg	Harn-N in mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
31. 5.	58,7	550	7541	9123	9148	0,82	1,00	1,21
1. 6.	58,6	620	10360	10738	12048	0,86	0,89	1,04
2. 6.	58,5	500	8046	10653	10990	0,73	0,97	1,33
3. 6.	58,4	1000	9504	10980	12124	0,78	0,91	1,16
4. 6.	58,4	600	8028	10775	9929	0,81	1,09	1,34
5. 6.	58,4	1000	7050	8571	8666	0,81	0,99	1,21
6. 6.	58,5	550	9253	9973	10780	0,86	0,92	1,08
7. 6.	58,5	750	7695	11609	10679	0,72	1,09	1,51
8. 6.	58,5	500	8364	9273	10577	0,80	0,88	1,11
9. 6.	58,5	780	6173	11076	9522	0,65	1,16	1,79
Periodenmittelwerte =			8201	10276	10446	0,71	0,98	1,02
Periodenmittelwerte an den Kotanalysentagen =			6058	10652	10259			

Trockenkotgewicht von 108 g mit 1,70 g N pro Tag. Vom 7. 6. bis 9. 6. inclusive.

Tabelle V. Vierte Periode

Datum	Körpergewicht in kg	Harnmenge in ccm	Harn-C in mg	Harn-Vakat-O in mg	Harn-N in mg	C:N	Vakat-O:N	Vakat-O:C
10. 6.	58,5	750	7218	8860	7077	1,02	1,25	1,23
11. 6.	58,5	900	7295	11123	7951	0,92	1,39	1,52
12. 6.	58,5	650	9294	11361	10156	0,92	1,12	1,22
13. 6.	58,5	800	10574	11979	11514	0,92	1,04	1,13
Periodenmittelwerte =			8595	10833	9174	1,00	1,01	1,02
Periodenmittelwerte an den Kotanalysentagen =			9903	11670	10835			

Trockenkotgewicht von 86 g mit 2,00 g N pro Tag. Vom 12. 6. und 13. 6.

In der folgenden Tabelle VI ist die N-Bilanz-Berechnung aufgemacht:

Tabelle VI.

A. Berechnung mit den Periodenmittelwerten für den Harn-N.

Periode Nr.	I	II	III	IV
+ Nahrungs-N	13,272	15,087	13,272	15,087
Kot-N	1,45	1,91	1,70	2,00
+ Resorbierter N	11,822	13,177	11,572	13,087
— Harn-N	11,177	10,152	10,446	9,174
+ Retinierter N	0,645	3,025	1,126	3,913

B. Berechnung mit den Harn-N-Mittelwerten an den Kotanalysentagen.

Periode Nr.	I	II	III	IV
+ Nahrungs-N	13,272	15,087	13,272	15,087
— Kot-N	1,45	1,91	1,70	2,00
+ Resorbierter N	11,822	13,177	11,572	13,087
— Harn-N	10,821	10,021	10,259	10,835
+ Retinierter N	1,001	3,156	1,313	2,252

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß, einerlei, ob man bei der Berechnung der Harn-N-Werte zur Aufstellung der N-Bilanz die Tage nimmt, an denen der Kot-N bestimmt wurde, oder ob man die Harn-N-Mittelwerte für die jeweilige Periode heranzieht, man prinzipiell das gleiche Ergebnis bekommt. An den Perioden mit der Hefeeiweißgabe ist die N-Bilanz regelmäßig wesentlich stärker positiv als in den anderen Perioden. Ein Vergleich der N-Bilanz in den hefefreien Perioden I und III zeigt, daß im Laufe des Versuches sich schon auf Grund der Zusammensetzung der Grunddiät ohne die Hefeeiwißgabe die Positivität der N-Bilanz verstärkt hat. Wenn man von dem Wert der N-Bilanz in der II. und IV. Periode den hier zugelegten Hefeeiweißstickstoff abzieht, bleibt zumindest in der II. Periode bei jeder Art der Berechnung der von der Grunddiät allein abhängigen N-Bilanz eine Stärkung ihrer Positivität übrig, die in derselben Größenordnung liegt, wie sie in der hefeeiweißfreien III. Periode zu Tage tritt. In der IV. Periode zeigt eine analoge Rechnung, daß bei der Aufstellung der N-Bilanz mit Hilfe des Periodenmittelwertes des Harn-N sich bei einem Abzug des Hefeeiweiß-N die von der Grunddiät allein abhängigen Form der N-Bilanz weiter verstärkt haben müßte, während bei der Berechnung des Harn-N aus seinen Werten an den beiden Kotanalysentagen nach Abzug des Hefe-N sich zeigt, daß sich die Positivität eben dieser von der Grunddiät allein abhängigen N-Bilanz wieder etwas abgeschwächt hätte gegenüber den Perioden I und III, ohne jedoch die Positivität zu verlieren. Jedenfalls weist der Versuch nach, daß in beiden Perioden mit der Hefeeiweißzulage bei unbedeutender Vermehrung des Kot-N die Positivität der N-Bilanz verstärkt wurde. Das zusätzlich gegebene Hefeeiweiß muß also recht vollständig dem inneren Milieu des Körpers

zu gute gekommen sein. Durch die reichliche Kalorienversorgung des Körpers während meines Versuches waren die Voraussetzungen für die Möglichkeit von N-Retentionen gegeben.

Tabelle VII. Periodenmittelwerte.

Periode Nr.	Körpergewicht i. kg	Harnmenge i. ccm	Harn-C i. mg	Harn-Vakat-O i. mg	Harn-N i. mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
I	58,3	616	7841	11316	11177	0,70	1,01	1,04
II	58,5	673	9024	9609	10152	0,99	0,95	1,00
III	58,5	685	8201	10276	10446	0,71	0,98	1,02
IV	58,5	775	8595	10830	9174	1,00	1,01	1,02

In der Tabelle VII habe ich nun die Periodenmittelwerte für die Harnquotienten zusammengestellt. Auffallend ist, daß in der Periode mit Hefeeiweißzulage der Harnquotient C : N eine leichte, aber zweifellose Erhöhung gegenüber seinen Werten in den hefefreien Perioden erkennen läßt. Der Harnquotient Vakat-O : N war dagegen in allen Perioden praktisch von gleichem Wert, dasselbe gilt auch für den Quotienten Vakat-O : C. Bei der Untersuchung der Biertrockenhefe als alleinige Nahrungs-N-Trägerin in einer definierten Versuchsdiät an Ratten war, wie aus der diesbezüglichen Tabelle von Bickel (3) hervorgeht, im Vergleich zu einer entsprechend zusammengesetzten Kaseinnahrung der Harnquotient Vakat-O : N leicht erhöht, während C : N keine Aenderung unter der Trockenhefegabe hatte erkennen lassen. Worauf der Unterschied in den von der Erhöhung betroffenen Quotienten bei dem Versuch mit der Trockenhefe bei Ratten und mit Hefeeiweiß beim Menschen beruht, vermag ich nicht zu sagen. Die Erhöhung der Kohlenstoffquotienten meines Versuches mit dem annähernd reinen Hefeeiweiß spricht zumindest sehr dafür, daß auch bei dem Rattenversuche mit

der Gabe der Trockenhefe die dort beobachtete Erhöhung der Oxydationsquotienten durch die N-Substanz der Hefe und durch nichts anderes bewirkt werde. Jedenfalls erwies sich in beiden Versuchen, daß das Hefeeiweiß hinsichtlich seiner oxydationssteuernden Wirkung sich vom Kasein unterscheidet, indem es eine weniger günstige Oxydationslage unterhält!

In meiner Grunddiät war das Casein zwar nicht der alleinige, aber doch der Hauptnahrungs-N-Träger. Es hat also jedenfalls die zusätzliche Gabe des reinen Hefeeiweißes auch in meinem Versuch zu einer leichten Verschlechterung der Oxydationslage geführt, wie sie sich auch in der diesbezüglichen Untersuchung der Trockenhefe an Ratten offenbarte. Bei der Berechnung auf das Körpergewicht verzehrte ich in den hefeeiweißfreien Perioden 82,95 g Eiweiß (N · 6,25) bei 58,5 kg also 1,42 g/kg Eiweiß. In den beiden Perioden mit Hefeeiweißzulage bekam ich 94,29 g Eiweiß bei 58,5 kg Körpergewicht, also 1,61 g/kg.

Bei einer Ernährung von 1,42 g/kg müßten bei optimaler Mischung des Nahrungseiweißes nach der diesbezüglichen Tabelle von Bickel (1) und der Untersuchung von Selle (4) die Harnquotienten folgende Werte haben: C : N etwa 0,60 bis 0,80 und V-O : N etwa 0,60 bis 0,90. In meinem Versuch liegen aber die Harnquotienten folgendermaßen: C : N bei 0,7, V-O : N bei 1,01. Diese Hochlage von V-O : N dürfte darauf beruhen, daß in dem Eiweiß meiner Grunddiät 29,6 % Eiweißstoffe (Vollkornbrot und andere Vegetabilien) enthalten waren, die durch ihre regulatorische Wirkung auf die Oxydation eine etwas schlechtere Oxydationslage herstellen, als es das Kasein tut. Die Zahlen in der Bickelschen Tabelle gelten nur für eine Ernährung bei der das Nahrungseiweiß noch vollständiger, als es in meinem Versuch der Fall war, sich aus solchen Eiweißarten zu-

sammensetzt, die eine optimale Oxydationslage einregulieren. Als nun in den Hefe-Perioden II und IV das Hefeeiweiß zu dem Eiweiß der Grunddiät hinzutrat, wurde zwar die gesamte Nahrungseiweißmenge vermehrt und dadurch ein die Oxydation förderndes, also die Harnquotienten senkendes Moment in meine Kost gebracht, da aber trotz dieser Vermehrung der Nahrungseiweißmenge die Erhöhung des Harnquotienten V-O : N nicht zurückging sondern unverändert blieb und außerdem eine zweifellose Erhöhung des Quotienten C : N hinzutrat, muß das Hefeeiweiß die Qualität der Eiweißmischung hinsichtlich ihrer regulatorischen Wirkung verschlechtert haben. Mit dem Hefeeiweiß waren nunmehr in meiner Diät in der II. und IV. Periode 38,1 % Eiweißarten, die nicht ganz so gut die Oxydationen regulieren, wie das Kasein es tut.

Ergebnis.

I. Das annähernd chemisch reine Hefeeiweiß wird nach seinem Genuß vom menschlichen Darm annähernd vollständig resorbiert.

II. Bei geeigneter Diätzusammenstellung führt die zusätzliche Gabe dieses Hefeeiweißes in genügender Menge leicht zu Stickstoffretentionen.

III. Qualitativ steht dieses Hefeeiweiß hinsichtlich der Leistung bei der Einregulierung der Oxydationen im Zwischenstoffwechsel hinter dem Kasein zurück und damit auch allen anderen tierischen Eiweißarten und nimmt eine Uebergangsstellung ein zwischen den die Oxydationslage optimal einregulierenden tierischen und pflanzlichen Eiweißarten und jenen anderen pflanzlichen Eiweißarten, die eine mehr oder minder ungünstige Wirkung auf die Oxydationslage ausüben.

Für Ueberlassung des Themas und für freundliche Beratung bin ich Herrn Professor Dr. Bickel zu Dank verpflichtet.